

02 P 13088



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 10 755 A 1**

⑤① Int. Cl. 6:
H 03 K 7/08
H 02 P 7/00
G 01 R 19/25

②① Aktenzeichen: 199 10 755.6
②② Anmeldetag: 11. 3. 99
②③ Offenlegungstag: 28. 10. 99

DE 199 10 755 A 1

③⑩ Unionspriorität:
077904 13. 03. 98 US

⑦① Anmelder:
International Rectifier Corp., El Segundo, Calif., US

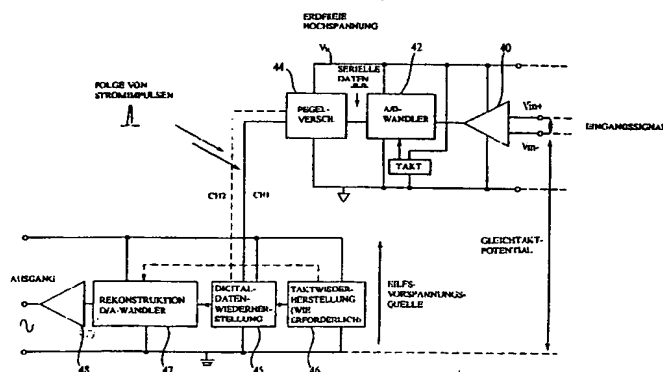
⑦② Vertreter:
Gleiss & Große, Patentanwaltskanzlei, 70469
Stuttgart

⑦② Erfinder:
Takahashi, Toshio, Rancho Palos Verdes, Calif., US;
Tam, David C., Redondo Beach, Calif., US; Parry,
John, Hermosa Beach, Calif., US; Tchamdsou,
Aristide, Los Angeles, Calif., US; Chey, Christopher
C., Redondo Beach, Calif., US; Dubhashi, Ajit, El
Segundo, Calif., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Lineare Strommeßschaltung für Motorsteuerung

⑤⑦ Eine Schaltung zur Wiederherstellung eines Signals von Interesse, das durch eine Gleichtaktverschiebung versetzt ist, so wie es der Fall ist, wenn das Signal die Spannung an einem Strommeßwiderstand ist, der sich an der hochspannungsseitigen Schiene oder zwischen den Schaltern einer Motorsteuerungsschaltung befindet. Die Schaltung der vorliegenden Erfindung setzt die Spannung an dem Widerstand in pulscodemodulierte Daten um, verschiebt die Spannung dann nach unten und stellt das Signal von Interesse durch Demodulation des Signals auf der niedrigeren Spannung wieder her. Das wiederhergestellte Signal wird dann entweder mit einer synchronisierten Abtast-Halte-Schaltung zur Bereitstellung eines analogen Ausgangssignals oder mit einem Zähler und Haltespeicher zur Bereitstellung eines digitalen Ausgangssignals verarbeitet.



DE 199 10 755 A 1

BEST AVAILABLE COPY

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

1. Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine Schaltung zur Wiederherstellung eines Signals von Interesse, das durch eine Gleichtaktverschiebung (common mode displacement) versetzt ist, und insbesondere eine Schaltung zur Umwandlung eines analogen Strommeßsignals in einer Motorantriebssteuerungsschaltung von einem hochspannungsseitigen Bezugspotential in ein niederspannungsseitiges Bezugspotential zur Messung und Verarbeitung.

2. Beschreibung des Standes der Technik

Bei vielen Anwendungen kann ein analoges Signal von Interesse inhärent auf bestimmte Weise durch ein Gleichtaktpotential (common mode potential) zwischen dem Signal selbst und einer Schaltung zur Aufbereitung, Messung oder Verarbeitung dieses Signals versetzt sein. Dies ist zum Beispiel in einer Motorsteuerungsschaltung der Fall, wo der Strom für den Motor über einen auf der Hochspannungsseite der Schaltung angeordneten Widerstand gemessen wird.

In Fig. 1 ist eine typische Dreiphasen-Motorsteuerungsschaltung 2 gezeigt, bei der ein Motorsteuerungs-IC 4, wie zum Beispiel der IC IR2130 (von International Rectifier, dem Rechtsnachfolger der vorliegenden Anmeldung), Gate-Signale erzeugt, um das Schalten von sechs LeistungsmosFETs oder -IGBTs 6, 8, 12, 14, 16, 18, die in entsprechenden Halbbrückenschaltungen angeordnet sind, zur Ansteuerung der drei entsprechenden Phaseneingänge 20, 22, 24 des Dreiphasenmotors 26 geeignet zu steuern.

Der an den Motor gelieferte Strom kann durch einen Widerstand 28 auf der Niederspannungsseite in der Rückleitung gemessen werden (siehe Fig. 1).

Ein Strommeßwiderstand, der sich an der niederspannungsseitigen Schiene (low side bus) wie zum Beispiel in Fig. 1 gezeigt, befindet, erkennt jedoch keine Fehler, bei denen Strom nur durch die IGBTs oder MOSFETs der Hochspannungsseite fließt, wie zum Beispiel einen Erdschluß (ground fault) am Ausgang des Wandlers oder eine unbeabsichtigte externe Verbindung eines Kurzschlusses von einem Wechselstrom-Ausgangsanschluß zum Motorgehäuse. Um diese Arten von Fehlern zu erkennen oder um den Stromfluß in den Motor zur Regelung oder Steuerung des Motors zu messen, kann ein Strommeßwiderstand entweder an der hochspannungsseitigen Schiene (high side bus), wie in Fig. 2 durch die Bezugszahl 30 gezeigt, oder auf dem Weg zwischen dem Schaltungspunkt der Leistungsumschaltung (power switching node) und dem Motor, wie durch die Bezugszahl 32 in Fig. 2 gezeigt, angeordnet werden.

Ein wesentliches Problem bei der Strommessung mit einem Widerstand an einer der in Fig. 2 gezeigten Stellen besteht jedoch darin, daß der Spannungspegel an dem Strommeßwiderstand auf einem Hochspannungspotential liegt. Der Schaltkreis zur Aufbereitung und Verarbeitung dieses Signals ist jedoch oft auf einen statischen Schaltungspunkt (static node) bezogen, bei dem es sich häufig um eine Signallerde (signal ground) handelt, die gemeinsam mit einem MOS-Gatetreiber-IC, wie zum Beispiel dem IR2130, benutzt wird, der auf einem relativ niedrigen Potential arbeitet. Dies führt zu einer relativ großen "Gleichtaktverschiebung"; d. h. einer relativ großen Spannungsdifferenz zwischen der Spannung der hochspannungsseitigen Schaltkreise und der Spannung der Meßschaltkreise der Niederspannungsseite. Die Gleichtaktverschiebung muß beseitigt oder "unter-

drückt" werden, damit nur Signal von Interesse mit minimalen Verzerrungen des Signals wiederhergestellt werden kann.

Verschiedene Verfahren, die eine völlige oder teilweise elektrische Isolation unerwünschter Gleichtaktstörungen verwenden, sind wohl bekannt, wie zum Beispiel Opto-Isolation oder magnetische Ankopplung des Signals an die Meßschaltung. Das Protokoll zur Durchführung dieser Übertragung von Informationen kann von analoger oder digitaler Natur sein; solche Verfahren bringen jedoch oft Nachteile mit sich, darunter Kosten, Komplexität, Größe und verschiedene Arten von Verzerrungen des erwünschten Signals. Wenn eine elektrische Isolation zwischen den Signalquellen und Ziel-Bezugspunkten nicht möglich oder wünschenswert ist, dann gelten in der Regel die folgenden Betrachtungen.

Ein idealer Fall für die Wiederherstellung des Signals von Interesse liegt vor, wenn das Signal im Vergleich mit der Gleichtaktverschiebung entweder groß ist oder groß gemacht werden kann und eine solche Verschiebung statisch bleibt oder relativ frei von Rauschen oder anderen Störungen ist. In einem solchen Fall können mehrere etablierte Verfahren, wie zum Beispiel direkte analoge Subtraktion der Gleichtaktverschiebung oder Verwendung einer Differenzverstärkerstufe (differential amplifier stage) eingesetzt werden. In der Regel können solche Verfahren mit kostengünstigen Operationsverstärkerschaltungen realisiert werden.

In manchen Fällen kann das Signal von Interesse jedoch verglichen mit der Gleichtaktverschiebung zwischen dem Signalbezugspunkt und dem Messungsbezugspunkt klein sein. In solchen Fällen kann das Signal durch verschiedene Quellen eine Verzerrung erleiden. Als Beispiel einer solchen Quelle entstehen bei Verwendung eines Differenzverstärkers zur Beseitigung des Gleichtaktpotentials Verzerrungen aus Begrenzungen der Gleichtaktunterdrückungsleistung (common mode rejection performance) des Verstärkers. Bis zu einem gewissen Grad kann solchen Verzerrungen durch Verstärkung des Signals an der Quelle und nachfolgendes Skalieren (scaling) am Messungsbezugspunkt entgegengewirkt werden; die Verringerung der Verzerrung kann jedoch für den Praxiseinsatz immer noch nicht ausreichend sein.

In anderen Fällen kann die Gleichtaktverschiebung zeitveränderlich oder dem Rauschen aus verschiedenen Quellen ausgesetzt sein. Zum Beispiel ist bei einer Leistungsschaltung das Rauschen durch schnelle Einschwingvorgänge (transients) im System häufig schwer einzugrenzen und in der Regel an das Gleichtaktpotential angekoppelt. In Leistungsschaltungen ist die Gleichtaktverschiebung oft zeitveränderlich und kann sowohl eine hohe Frequenz als auch eine hohe Anstiegsgeschwindigkeit (slew rate) aufweisen. In diesen Fällen kann es sich als schwierig erweisen, das Signal von Interesse völlig von dem Gleichtaktpotential zu trennen. Wiederum kann eine Verzerrung des wiederhergestellten Signals aus einer Anzahl von Quellen entstehen. Wenn zum Beispiel ein Differenzverstärker verwendet wird, können inhärente Bandbreitenbegrenzungen die völlige Unterdrückung des Gleichtaktsignals behindern, was zu einer "Verschmutzung" des Signals führt.

Dementsprechend wäre es wünschenswert, eine verbesserte Schaltung zur Wiederherstellung eines Signals von Interesse bereitzustellen, das verglichen mit der Gleichtaktverschiebung zwischen dem Signalbezugspunkt und dem Messungsbezugspunkt klein ist, und insbesondere eine solche Schaltung zur Messung des durch einen Widerstand auf der Hochspannungsseite in einer Motorsteuerung fließenden Stroms bereitzustellen.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Durch die vorliegende Erfindung wird eine Schaltung und ein Verfahren zur Übertragung von statischen oder zeitveränderlichen analogen Informationen ohne elektrische Isolation von einem ersten (Quellen-)Bezugspotential zu einem zweiten (Ziel-)Bezugspotential bereitgestellt.

Insbesondere ist die vorliegende Erfindung eine Schaltung zur Wiederherstellung eines Eingangssignals auf einem ersten Potential, das durch eine Gleichtaktverschiebung von einem zweiten Potential versetzt ist, und enthält in seiner einfachsten Form: (1) einen Schaltkreis zum Umwandeln des Eingangssignals auf dem ersten Potential in ein impulsbreitenmoduliertes Signal (PWM-Signal); und (2) einen Schaltkreis zur Pegelverschiebung des impulsbreitenmodulierten Signals von dem ersten Potential zu dem zweiten Potential.

Um die Energicaufnahme zu begrenzen, wird das impulsbreitenmodulierte Signal auf dem ersten Potential vorzugsweise vor der Pegelverschiebung von dem ersten Potential auf das zweite Potential in eine Folge von Stromimpulsen umgesetzt. Das pegelverschobene Impulsfolgesignal wird dann unter Verwendung eines Impulsfilters und eines R-S-Haltespeichers (R-S latch) in ein impulsbreitenmoduliertes Signal auf dem zweiten Potential umgesetzt.

Um das Eingangssignal in ein impulsbreitenmoduliertes Signal umzuwandeln, setzt die vorliegende Erfindung einen A/D-Wandler ein, der impulsbreitenmodulierte Codierungsverfahren verwendet, die von einem Wellenformgenerator zur Erzeugung eines Dreieck- oder Sägezahnsignals mit einer Trägerfrequenz und einem Vergleich zur Bestimmung, ob das Eingangssignal größer oder kleiner als das Dreieck- oder Sägezahnsignal ist, vollzogen werden.

Eine mit einem Ausgang des R-S-Haltespeichers verbundene Zähler-/Haltespeicherschaltung wird vorzugsweise verwendet, um ein digitales Ausgangssignal auf dem zweiten Potential zu erzeugen, das das Eingangssignal darstellt. Als Alternative wird zur Erzeugung eines analogen Ausgangssignals ein erstes Tiefpaßfilter mit dem R-S-Haltespeicher, eine Abtast-Halte-Schaltung (sample-and-hold circuit) mit dem ersten Tiefpaßfilter (wobei die Abtast-Halte-Schaltung mit der Trägerfrequenz synchronisiert ist) und ein zweites Tiefpaßfilter mit dem Ausgang der Abtast-Halte-Schaltung verbunden.

Die Schaltung der vorliegenden Erfindung kann vorteilhafterweise in einer Motorsteuerung zur Übertragung von Informationen bezüglich des Stromflusses durch einen Widerstand auf der Hochspannungsseite von einem Hochspannungspotential zu einem Potential mit niedrigerem Pegel zur Aufbereitung und Verarbeitung der Informationen verwendet werden.

Andere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung der Erfindung deutlich, die sich auf die beigefügten Zeichnungen bezieht.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 zeigt eine Dreiphasenmotorsteuerungsschaltung des Standes der Technik, die mit einem Strommeßwiderstand in der Rückleitung ausgestattet ist.

Fig. 2 zeigt einen Zweig einer Motorsteuerungsschaltung des Standes der Technik, wobei entweder an der hochspannungsseitigen Schiene oder zwischen den Schaltern ein Strommeßwiderstand vorgesehen ist.

Fig. 3 ist eine Blockschaltdarstellung eines vcrallgemeinerten Blockschaltdarstellung der Schaltung der vorliegenden Erfindung.

Fig. 4 ist eine Blockschaltdarstellung eines ausführli-

chen Blockschaltdarstellung der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 5A ist ein vereinfachtes Blockschaltdarstellung der vorliegenden Erfindung; **Fig. 5B** zeigt die Anschlußbelegungen der vorliegenden Erfindung, die in einem monolithischen IC bereitgestellt werden, zusammen mit einem typischen Verbindungsdiagramm für den IC zur Messung von Strom in einer Motorsteuerung.

Fig. 6 ist ein Impulsdiagramm für die Strommeßschaltung der vorliegenden Erfindung.

Fig. 7A ist ein Blockschaltdarstellung des bevorzugten Schaltkreises zur Umwandlung des impulsbreitenmodulierten Ausgangssignals der vorliegenden Erfindung in ein digitales Ausgangssignal zur direkten Verbindung mit einem Mikroprozessor;

Fig. 7B ist ein Impulsdiagramm für die Schaltung von **Fig. 7A**.

Fig. 8 ist ein Blockschaltdarstellung des bevorzugten Schaltkreises zur Umwandlung des impulsbreitenmodulierten Ausgangssignals der vorliegenden Erfindung in ein analoges Ausgangssignal.

Fig. 9 ist ein Impulsdiagramm für die Schaltung von **Fig. 8**.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

In **Fig. 3** ist ein vereinfachtes Blockschaltdarstellung der Schaltung der vorliegenden Erfindung gezeigt. Das "Eingangssignal" auf der rechten Seite des Blockschaltdarstellung kann die Spannung an dem Widerstand **32** der Motorsteuerungsschaltung von **Fig. 2** sein, bei dem es sich um ein erdfreies Hochpegelsignal handelt.

Nachdem das analoge Signal von Interesse gepuffert, verstärkt und/oder verarbeitet wurde (Block **40**), wird es über einen Analog-Digital-Wandler (A/D-Wandler) **42** in digitale Form (z. B. ein seriell impulsbreitenmoduliertes Signal) übersetzt. Die digitalisierten Daten auf einem erdfreien Hochspannungspotential werden dann in eine Folge von Stromimpulsen umgesetzt und durch die Pegelverschiebungsschaltung **44** auf ein niedriges Bezugspotential heruntersgeschoben. Die (immer noch in digitaler Form vorliegenden) pulscodemodulierten Daten werden dann auf dem neuen niedrigeren Bezugspotential in dem Block **46** wiederhergestellt und (gegebenenfalls) in dem Block **48** resynchronisiert. Das analoge Signal von Interesse wird dann durch Demodulation des digitalen Signals in dem Digital-Analog-Wandler (D/A-Wandler) **47** rekonstruiert. Als letztes erfolgen im Block **48** Skalierung, Offsetsinstellungen und andere notwendige Verarbeitung, um das Signal von Interesse wiederherzustellen und einem externen Schaltkreis anzubieten. Wie in **Fig. 4** gezeigt, kann die Pegelverschiebungsschaltung **44** einen oder mehrere Kanäle aufweisen.

Fig. 4 zeigt ein ausführlicheres Blockschaltdarstellung einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Wie in der Schaltung von **Fig. 1** wird das Signal von Interesse zunächst in einen Differenzverstärker **50** zur Pufferung und Verstärkung wie erforderlich eingegeben. Gegebenenfalls können weitere Offsetsinstellungen durchgeführt werden. Der Kondensator **52** stellt je nach Erfordernis ein internes oder externes Zeitgabebaulement.

Der in dem Block **54** gezeigte Schaltkreis setzt das Signal unter Verwendung von Impulsbreitenmodulationscodierung über einen Sägezahn-generator **56** und einen Vergleich **58** von analoger in digitale Form um. Bei der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung gibt der Sägezahn-generator **56** eine hochfrequente Wellenform aus (z. B. 40 kHz) (der Sägezahn-generator kann gegebenenfalls durch einen Dreieck-

Wellenformgenerator ersetzt werden). Das Ausgangssignal des Blocks 54 ist eine impulsbreitenmodulierte Wellenform, bei der die Breite der Impulse die Spannung VTN darstellt.

Das impulsbreitenmodulierte Ausgangssignal aus dem Vergleich 58 wird getrennt und in zwei Impulsgeneratoren 53a und 53b eingespeist. Einer der Impulsgeneratoren wird mit ansteigender Flanke getriggert, und der andere wird mit abfallender Flanke getriggert. Die Wahl des Generators bestimmt die Eingangs-/Ausgangs-Phase.

Wie in Fig. 4 gezeigt, kann der Impulsgenerator 53b außerdem als ein Treiber für einen Rücksetztransistor 57 (reset transistor) in der Impulsbreitenmodulationscodierungsschaltung 54 dienen, was einen Invertierer 55 erfordert, wenn der Transistor 57 wie gezeigt ein N-Kanal-Transistor ist.

Nach ihrer Umwandlung in Impulse in den Impulsgeneratoren 53a und 53b werden die digitalen impulsbreitenmodulierten Informationen auf ein niedrigeres Bezugspotential transportiert. Dies wird durch Verwendung entsprechender Pegelverschiebungs-FET- und Steuerschaltungen 59 und 60 erzielt. Bei Anwendungen, in denen das Gleichtaktpotential niedrig genug ist, um Verlustleistung zu tolerieren, kann eine einzige Pegelverschiebungsschaltung für die synchrone Übertragung von impulsbreitenmodulierten Daten ausreichen, wodurch die Kosten weiter verringert werden. Wenn andererseits zwei Pegelverschiebungsschaltungen verwendet werden, dann wird der Leistungsverlust verringert, da nur Leitungsphasen mit kurzer Dauer notwendig sind, um die notwendigen impulsbreitenmodulierten Flankenereignisse zu übermitteln.

Als nächstes wird auf dem niedrigeren Bezugspotential im Block 62 die Wiederherstellung der digitalen impulsbreitenmodulierten Daten durchgeführt. Bei der in Fig. 4 gezeigten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfaßt die Signalwiederherstellungsschaltung ein dV/dT -Impulsfilter 66 und eine R-S-Haltespeicherschaltung 68.

Das aus dem Block 62 ausgegebene Signal wird dann im Block 70 durch ein Tiefpaßfilter 72 demoduliert, um den impulsbreitenmodulierten Träger zu entfernen und die ursprünglichen analogen Signalinformationen wiederherzustellen. Es ist keine komplexe Rekonstruktion des Signals und auch keine Wiederherstellung eines Taktes zur Datensynchronisierung notwendig. In der Regel ist nur eine einfache Wiederherstellung von Gleichstrom-Offset erwünscht.

Im Block 74 werden Skalierung, Offseiteinstellungen und sonstige Verarbeitung, Pufferung usw. am Signal durchgeführt, so wie es zum Wiederherstellen und Anlegen des Signals von Interesse an einen externen Schaltkreis auf eine wünschenswerte Weise notwendig ist.

Wenn das Verhältnis von impulsbreitenmodulierter Trägerfrequenz zu Signalbandbreite angemessen ist, dann sind die Verzerrungen des Signals durch Trägerfrequenzschwankung minimal und im allgemeinen folgenlos. Solange die Linearität des Sägezahn- oder Dreieck-Wellengenerators aufrechterhalten wird, kann deshalb die Frequenztoleranz des Generators gelockert werden, was zu einer Verringerung der Kosten führt und eine Integration des Generators auf dem Chip ohne bedeutende nachteilige Signalverzerrungen am Ausgang ermöglicht.

Bei der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind alle oben beschriebenen Funktionsbausteine auf einem einzigen monolithischen Chip integriert, um einen linearen Strommeß-IC für Motorantriebsanwendungen bereitzustellen, wie in den Blockschaltbildern von Fig. 5A und 5B gezeigt. Das Ausgangsformat des in Fig. 5B gezeigten ICs ist diskrete Pulsbreitenmodulation mit 40 kHz, wodurch eine A/D-Schnittstelle überflüssig wird. Fig. 6 zeigt ein Impulsdigramm für die Schaltung der vorliegenden Erfindung.

Die Anschlußbelegungen für den linearen Strommeß-IC mit acht Anschlüssen von Fig. 5B sind folgendermaßen:

VCC: Niederspannungsseite und Logik-Versorgungsspannung
COM: Niederspannungsseitige logische Erde
VIN+: Positiver Meßeingang
VIN-: Negativer Meßeingang
VB: Versorgung Hochspannungsseite
VS: Rückleitung Hochspannungsseite
PO: Digitales impulsbreitenmoduliertes Ausgangssignal
NC: Nicht verbunden.

Das digitale impulsbreitenmodulierte Ausgangssignal der Schaltung der vorliegenden Erfindung kann direkt an einen Mikroprozessor mit einem einfachen Zähler und einer Haltespeicherschaltung (siehe Fig. 7A) angeschaltet werden. Genauer gesagt wird das digitale impulsbreitenmodulierte Ausgangssignal an das Gate 80 angelegt und dann zu einem digitalen Zähler 82 geführt, der beim Auftreten einer ansteigenden Flanke in dem impulsbreitenmodulierten Ausgangssignal vorwärts zählt und beim Auftreten einer fallenden Flanke in dem impulsbreitenmodulierten Ausgangssignal rückwärts zählt. Das digitale Ausgangssignal des Zählers 82 wird an einen Haltespeicher 84 angelegt, der wiederum das Ausgangssignal des Zählers 82 in entsprechenden Zeitabständen erfaßt und speichert und ein digitales Ausgangssignal (zum Anlegen an einen Mikroprozessor) liefert, das die Größe des gemessenen Stroms darstellt.

Vorteilhafterweise können mit einer zusätzlichen Zähler- und Haltespeicherschaltung, die in Fig. 7A durch die Bezugswerte 81 und 83 identifiziert wird, Schwankungen aufgrund von Temperaturdrift beseitigt werden. Der zusätzliche Schaltkreis beseitigt erfolgreich Temperaturdriftschwankungen, weil sich die impulsbreitenmodulierte Periode (die in dem Wellenformdiagramm von Fig. 7B als T_c identifiziert wird und durch den Haltespeicher 83 extrahiert (extract) wird) auf dieselbe Weise ändert, wie sich die (in dem Haltespeicher 84 gespeicherte) impulsbreitenmodulierte Impulsbreite mit der Temperaturschwankung ändert. Deshalb können durch Programmieren des Mikroprozessors zur Teilung des Wertes des Haltespeichers 84 durch den Wert des Haltespeichers 83 und durch Verwendung des resultierenden Quotienten anstelle des Wertes des Haltespeichers 84 Änderungen aufgrund von Temperaturdrift beseitigt werden.

Fig. 8 zeigt eine Schaltung zur Verarbeitung des impulsbreitenmodulierten Ausgangssignals der Strommeßschaltung der vorliegenden Erfindung zur Erzeugung eines analogen Ausgangssignals (im Gegensatz zu dem digitalen Ausgangssignal von Fig. 7A). In dieser Schaltung wird das impulsbreitenmodulierte Ausgangssignal zu einem Tiefpaßfilter 88 und dann zu einer Abtast-Halte-Schaltung 90 gesendet, die synchron zu dem 40-kHz-Ausgangssignal des Sägezahn- oder Dreieck-Wellengenerators 56 überabgetastet wird. Insbesondere wird, wie in Fig. 8 gezeigt, das 40-kHz-Sägezahn- oder Dreieck-Wellenform-Ausgangssignal an einen Spitzen-Impulsgenerator 92 angelegt, der einen Impuls an den positiven und negativen Spitzen der Wellenform erzeugt. Die resultierenden Impulse werden durch die Pegelverschiebungsschaltung 94 auf ein niedriges Bezugspotential pegelverschoben und als ein Takteingangssignal an die Abtast-Halte-Schaltung 90 angelegt, was zu einer Überabtastung am Mittelpunkt des impulsbreitenmodulierten Signals führt (siehe das Impulsdigramm von Fig. 9). Das Ausgangssignal der Abtast-Halte-Schaltung 90 wird dann an ein Tiefpaßfilter 96 angelegt, um ein glattes analoges Ausgangssignal herzustellen, das das Signal von Interesse darstellt.

Obwohl die vorliegende Erfindung im Bezug auf beson-

dere Ausführungsformen der Erfindung beschrieben wurde, werden Fachleuten viele andere Varianten und Modifikationen und andere Verwendungen offenbar werden. Es wird deshalb bevorzugt, daß die vorliegende Erfindung nicht durch die hier gegebene spezifische Beschreibung be-
 5 schränkt wird.

Patentansprüche

1. Schaltung zur Wiederherstellung eines Eingangssignals auf einem ersten Potential, das durch eine Gleich-
 taktverschiebung von einem zweiten Potential versetzt
 ist, mit:
 einem Schaltkreis zum Umwandeln des Eingangssignals auf dem besagten ersten Potential in ein impuls-
 breitenmoduliertes Signal; und
 einem Schaltkreis zur Pegelverschiebung des besagten
 impulsbreitenmodulierten Signals von dem besagten
 ersten Potential auf das besagte zweite Potential.
 2. Schaltung nach Anspruch 1, weiterhin mit:
 einem Schaltkreis zum Umwandeln des besagten im-
 pulsbreitenmodulierten Signals auf dem besagten er-
 sten Potential in eine Folge von Stromimpulsen vor
 dem Pegelverschieben von dem besagten ersten Poten-
 tial auf das besagte zweite Potential; und
 einem Schaltkreis zum Umwandeln des besagten pe-
 gelverschobenen Impulsfolgesignals in ein impulsbrei-
 tenmoduliertes Signal auf dem besagten zweiten Poten-
 tial.
 3. Schaltung nach Anspruch 2, wobei:
 der besagte Schaltkreis zum Umwandeln des Eingangs-
 signals auf dem besagten ersten Potential in ein impuls-
 breitenmoduliertes Signal einen A/D-Wandler umfaßt,
 der impulsbreitenmodulierte Codierung einsetzt, die ei-
 nen Wellengenerator zur Erzeugung eines Dreieck-
 oder Sägezahnsignals mit der Trägerfrequenz und
 einen Vergleicher zur Bestimmung, ob das besagte Ein-
 gangssignal größer oder kleiner als das besagte Dreieck-
 oder Sägezahnsignal ist, umfaßt; und
 der besagte Schaltkreis zum Umwandeln des besagten
 pegelverschobenen Impulsfolgesignals in ein impuls-
 breitenmoduliertes Signal auf dem besagten zweiten
 Potential ein Impulsfilter und einen R-S-Haltespeicher
 umfaßt.
 4. Schaltung nach Anspruch 3, weiterhin mit einer
 Zähler-/Haltespeicherschaltung, die mit einem Aus-
 gang des besagten R-S-Haltespeichers verbunden ist,
 um ein digitales Signal auf dem besagten zweiten Po-
 tential zu erzeugen, das das besagte Eingangssignal
 darstellt.
 5. Schaltung nach Anspruch 3, weiterhin mit einem er-
 sten Tiefpaßfilter, das mit dem besagten R-S-Haltespei-
 cher verbunden ist, einer Abtast-Halte-Schaltung, die
 mit dem besagten ersten Tiefpaßfilter verbunden ist,
 wobei die besagte Abtast-Halte-Schaltung mit der be-
 sagten Trägerfrequenz synchronisiert ist, und einem
 zweiten Tiefpaßfilter, das mit dem Ausgang der besag-
 ten Abtast-Halte-Schaltung verbunden ist, um ein ana-
 loges Signal auf dem besagten zweiten Potential zu er-
 zeugen, das das besagte Eingangssignal darstellt.
 6. Schaltung nach Anspruch 1, wobei das besagte Ein-
 gangssignal die Spannung an einem Strommeßwider-
 stand in einer Motorsteuerungsschaltung umfaßt.
 7. Verfahren zur Wiederherstellung eines Eingangssi-
 gnals auf einem ersten Potential, das durch eine Gleich-
 taktverschiebung von einem zweiten Potential versetzt
 ist, mit den folgenden Schritten:
 Umwandeln des Eingangssignals auf dem besagten er-
 65

sten Potential in ein impulsbreitenmoduliertes Signal;
 und

Pegelverschieben des besagten impulsbreitenmodulierten
 Signals von dem besagten ersten Potential auf das
 besagte zweite Potential.

8. Verfahren nach Anspruch 7, weiterhin mit den fol-
 genden Schritten:

Umwandeln des besagten impulsbreitenmodulierten
 Signals auf dem besagten ersten Potential in eine Folge
 von Stromimpulsen vor der Pegelverschiebung von
 dem besagten ersten Potential auf das besagte zweite
 Potential; und

Umwandeln des besagten pegelverschobenen Impuls-
 folgesignals in ein impulsbreitenmoduliertes Signal auf
 dem besagten zweiten Potential.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei:

der besagte Schritt der Umwandlung des Eingangssi-
 gnals auf dem besagten ersten Potential in ein impuls-
 breitenmoduliertes Signal durch eine A/D-Umwand-
 lung unter Verwendung eines impulsbreitenmodulierten
 Codierungsverfahrens, das das Erzeugen eines
 Dreieck- oder Sägezahnsignals mit einer Trägerfre-
 quenz, und die Bestimmung in diskreten Zeitabstän-
 den, ob das besagte Eingangssignal größer oder kleiner
 als das besagte Dreieck- oder Sägezahnsignal ist, um-
 faßt, durchgeführt wird; und

der besagte Schritt des Umwandeln des besagten pe-
 gelverschobenen Impulsfolgesignals in das besagte im-
 pulsbreitenmodulierte Signal auf dem besagten zwei-
 ten Potential unter Verwendung eines Impulsfilters und
 eines R-S-Haltespeichers durchgeführt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, weiterhin mit dem
 Schritt des Erzeugens eines digitalen Signals auf dem
 besagten zweiten Potential, das das besagte Eingangs-
 signal darstellt, unter Verwendung einer Zähler-/Halte-
 speicherschaltung, die mit einem Ausgang des besag-
 ten R-S-Haltespeichers verbunden ist.

11. Verfahren nach Anspruch 9, weiterhin mit dem
 Schritt des Erzeugens eines Analogsignals auf dem be-
 sagten zweiten Potential, das das besagte Eingangssi-
 gnal darstellt, durch Filtern eines Ausgangssignals des
 besagten R-S-Haltespeichers mit einem ersten Tiefpaß-
 filter, Verarbeiten des Ausgangssignals des besagten er-
 sten Tiefpaßfilters mit einer Abtast-Halte-Schaltung,
 wobei die besagte Abtast-Halte-Schaltung mit der be-
 sagten Trägerfrequenz synchronisiert ist, und Filtern
 des Ausgangssignals der besagten Abtast-Halte-Schal-
 tung mit einem zweiten Tiefpaßfilter.

12. Verfahren nach Anspruch 7, wobei das besagte
 Eingangssignal die Spannung an einem Strommeßwi-
 derstand in einer Motorsteuerungsschaltung umfaßt.

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

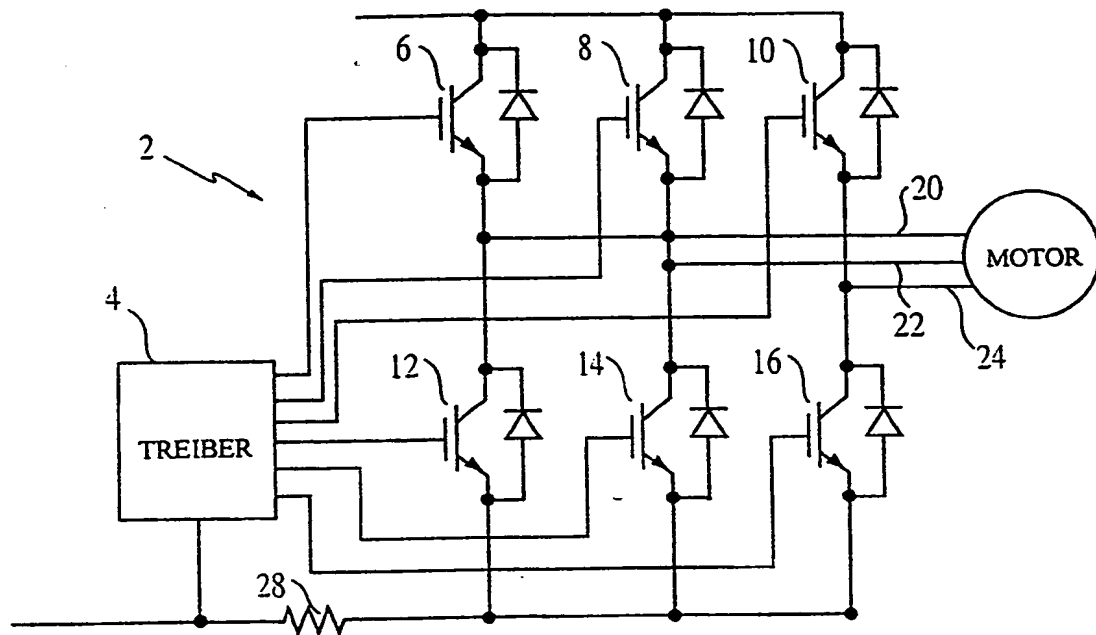


FIG. 1

STAND DER TECHNIK

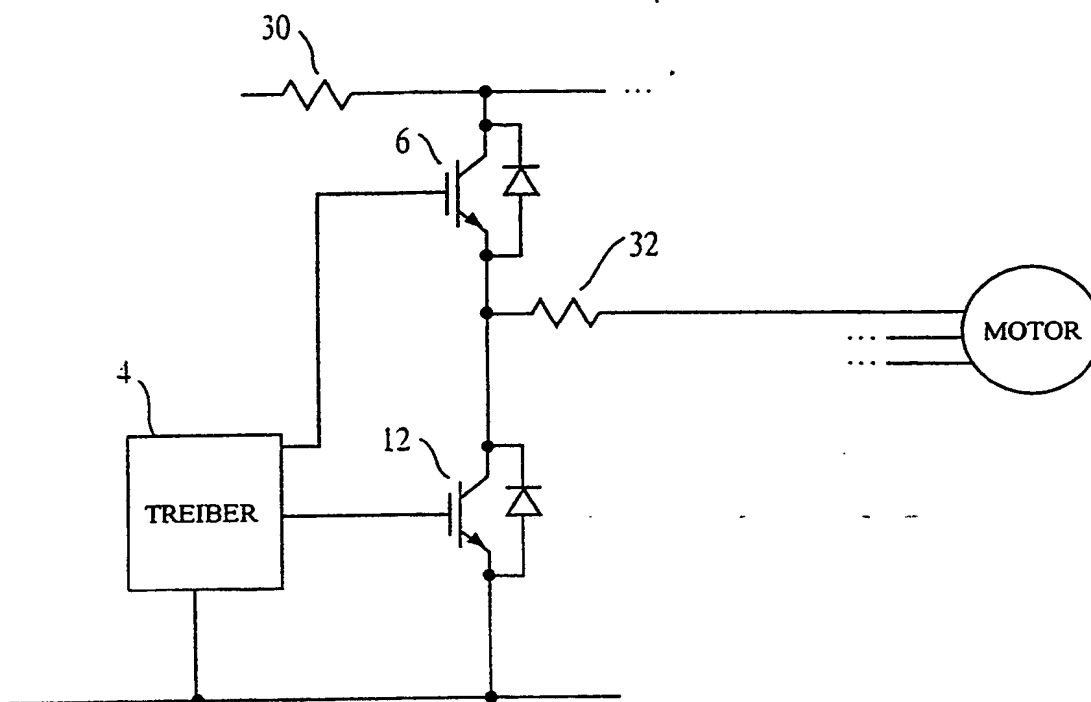


FIG. 2

STAND DER TECHNIK

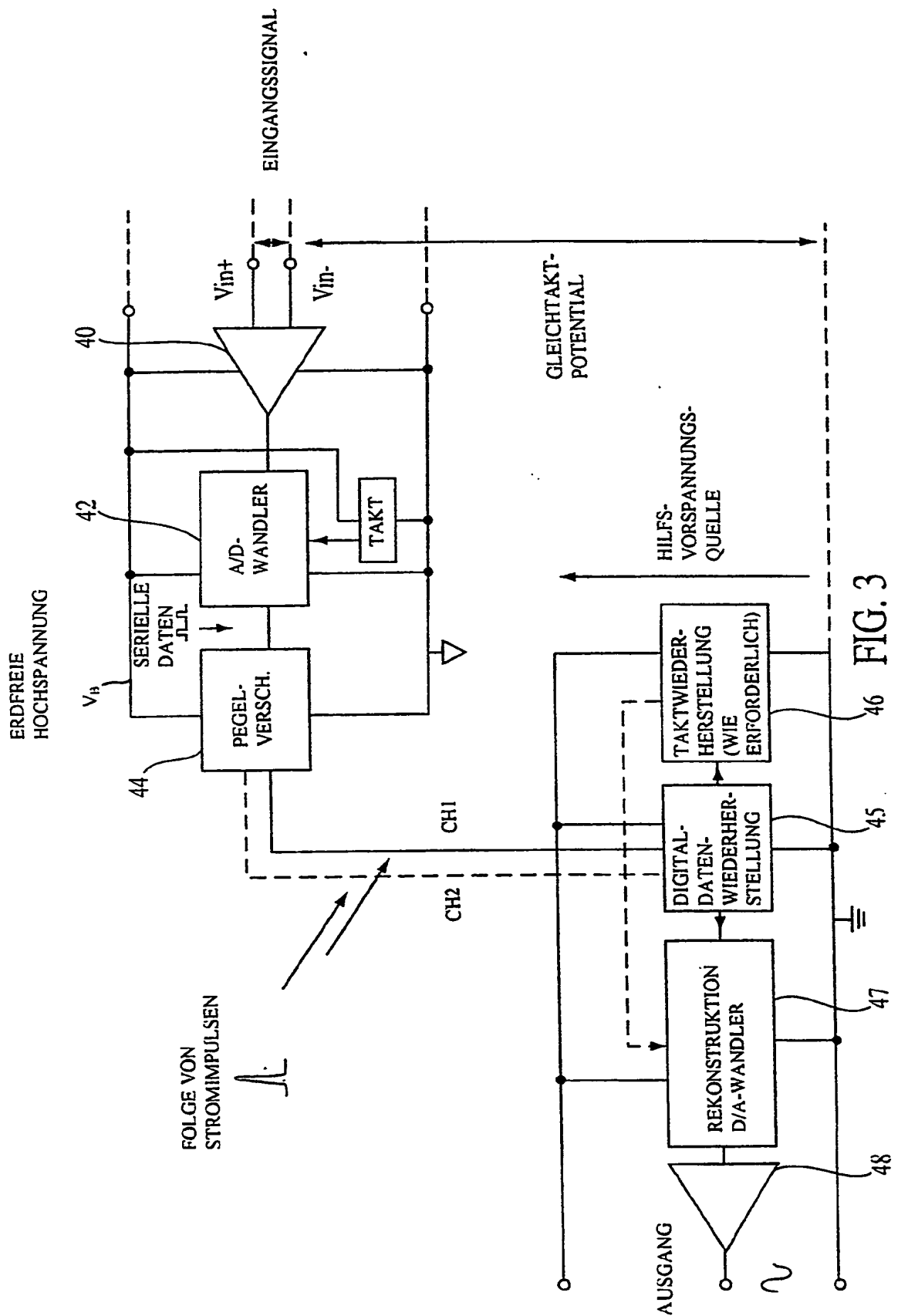


FIG. 3

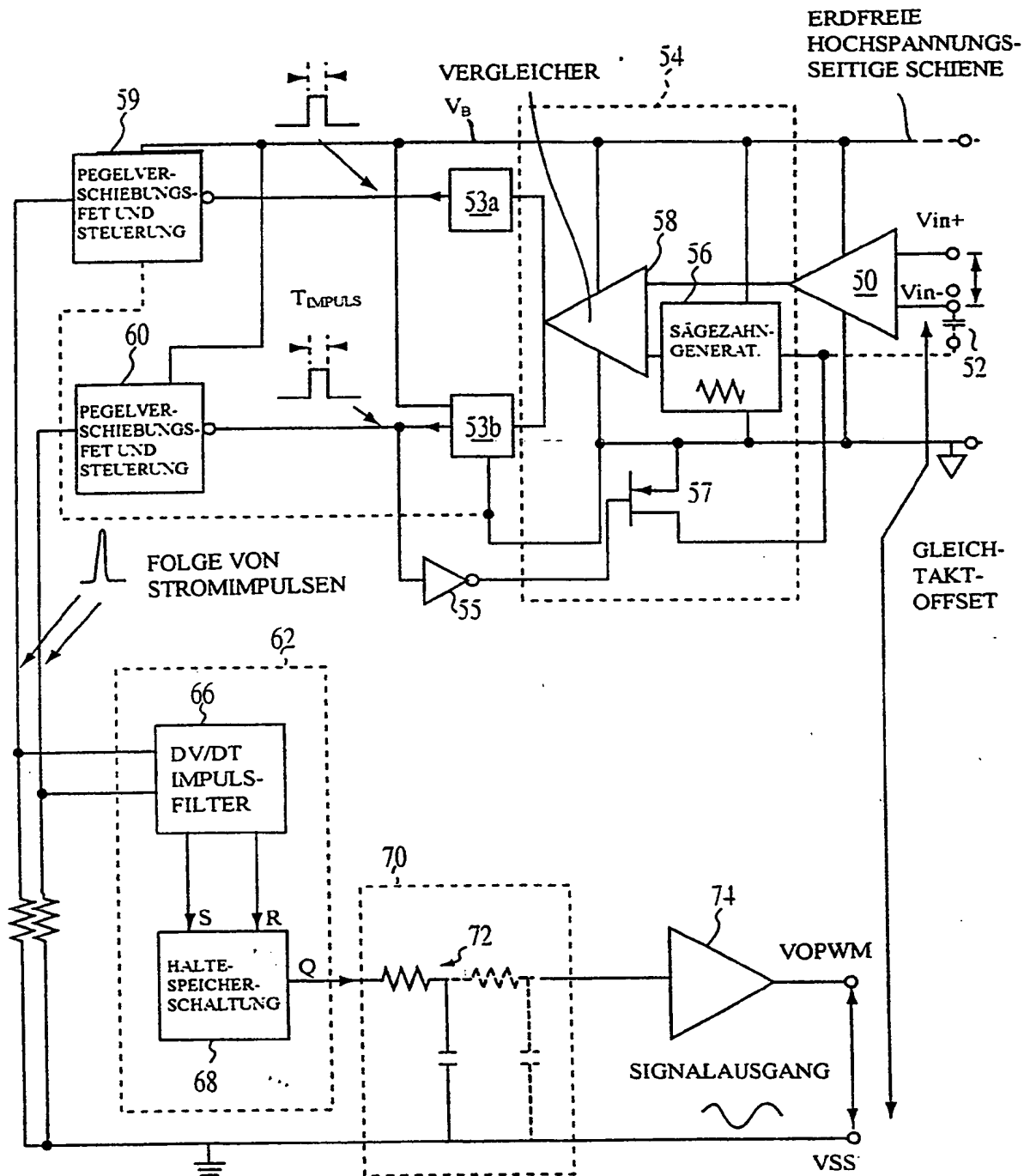


FIG. 4

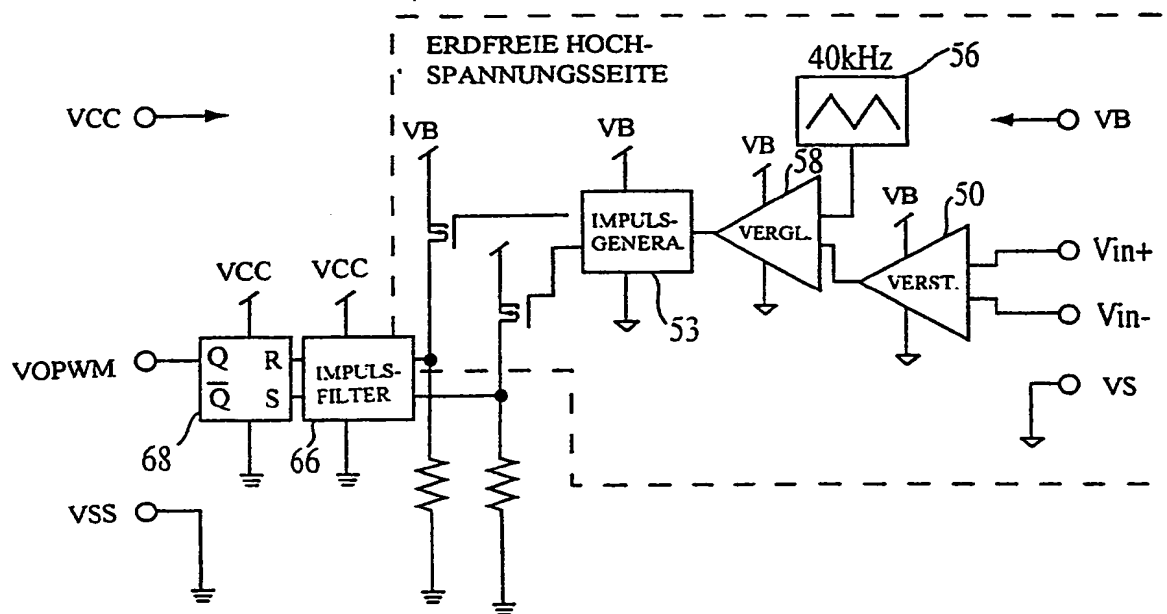


FIG. 5A

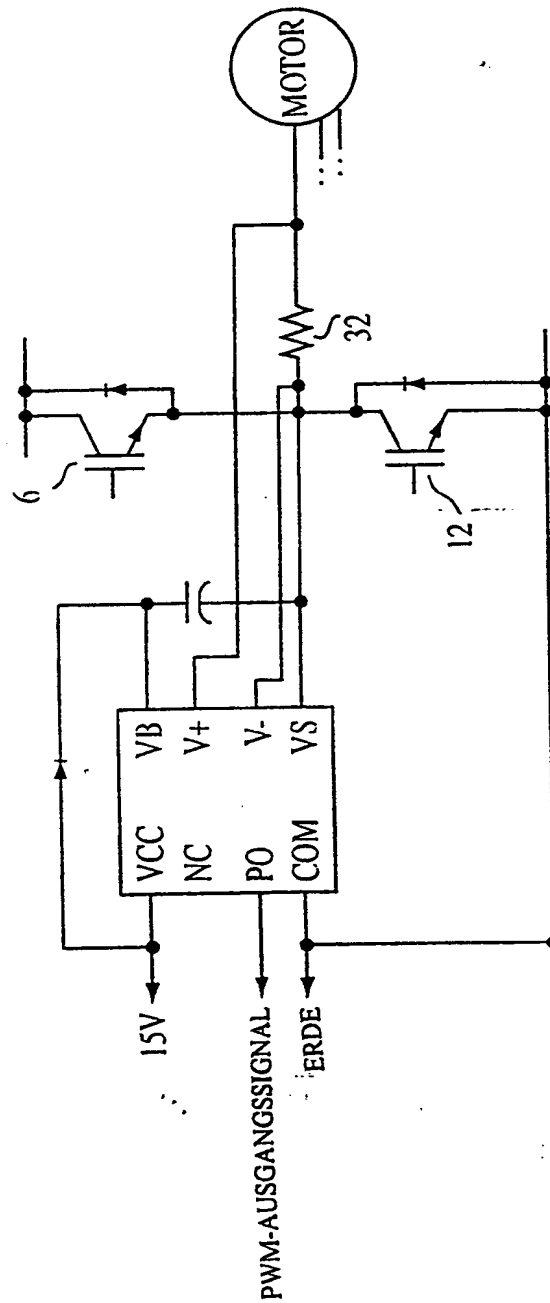


FIG. 5B

40-KHZ-TRÄGER-
WELLENFORM

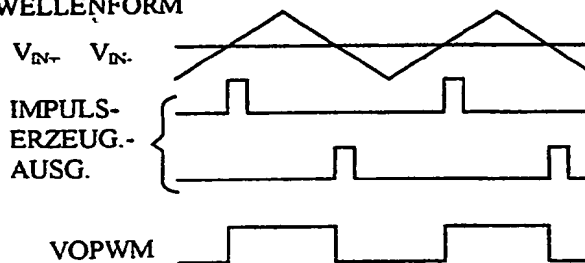


FIG. 6

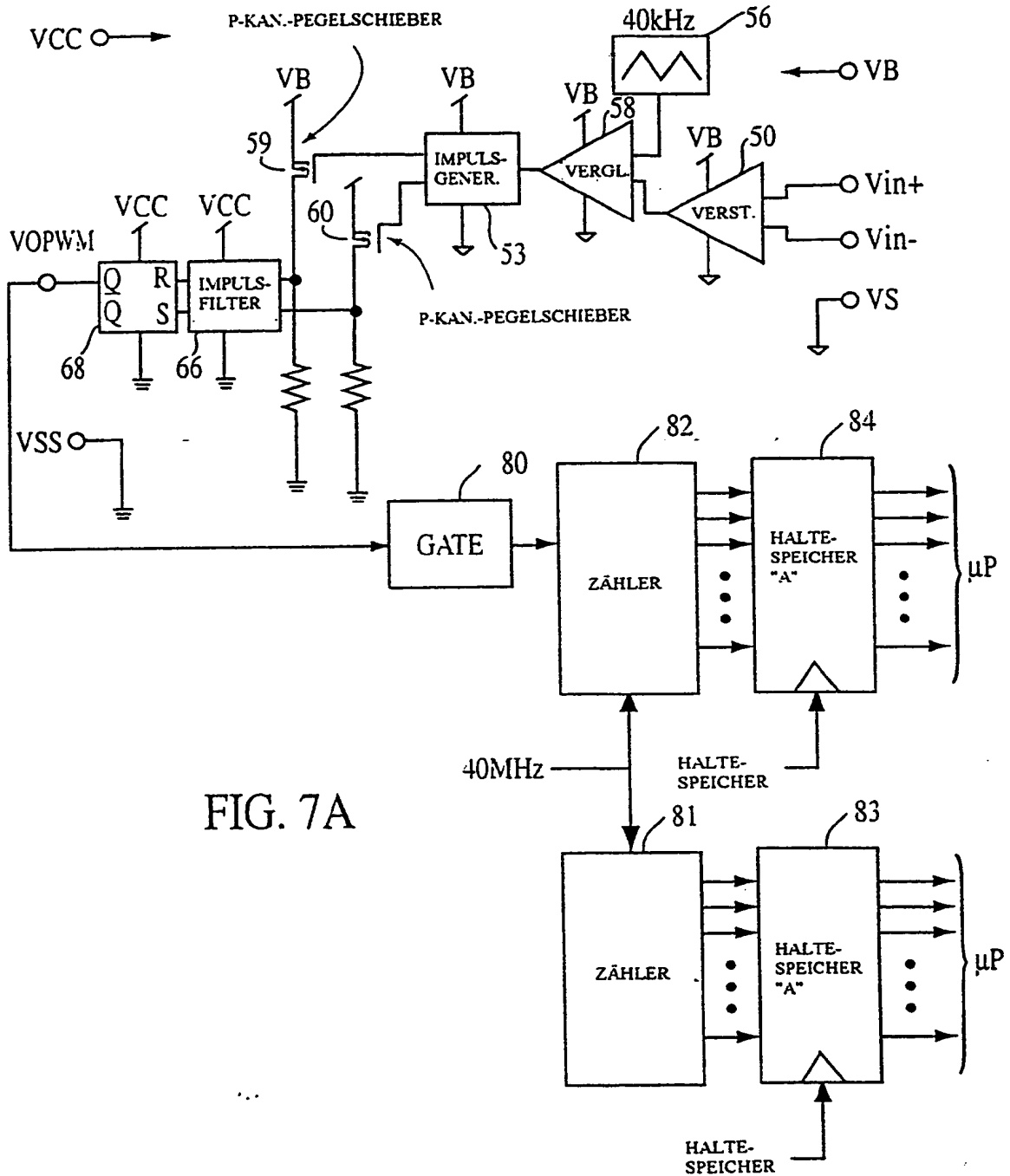


FIG. 7A

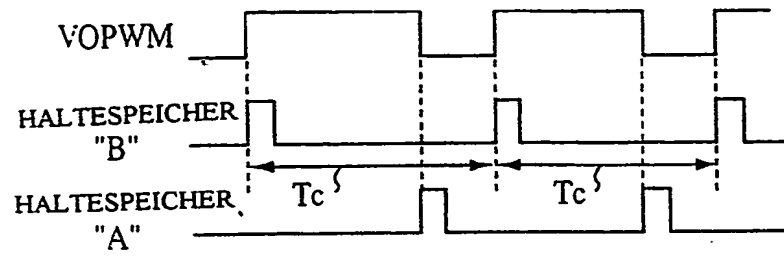


FIG. 7B

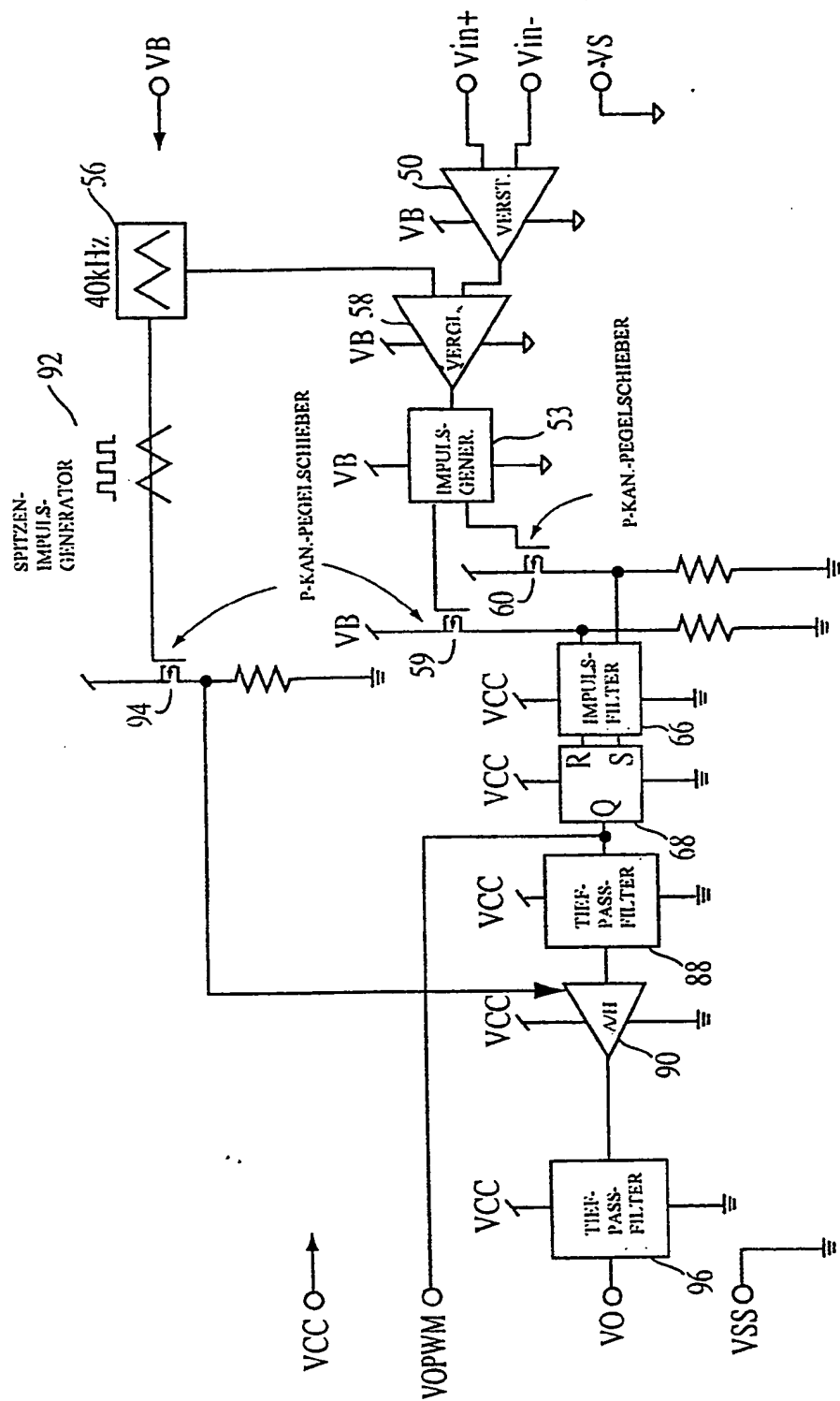


FIG. 8

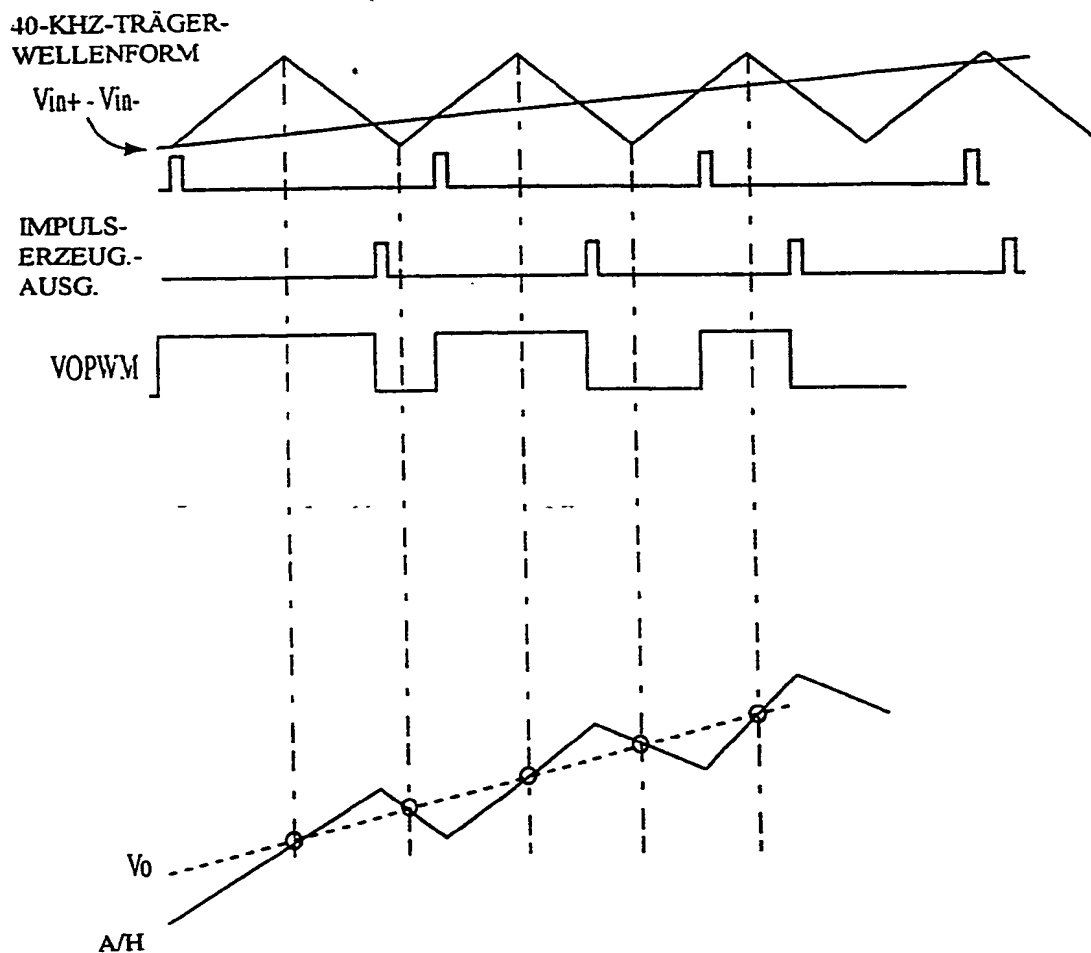
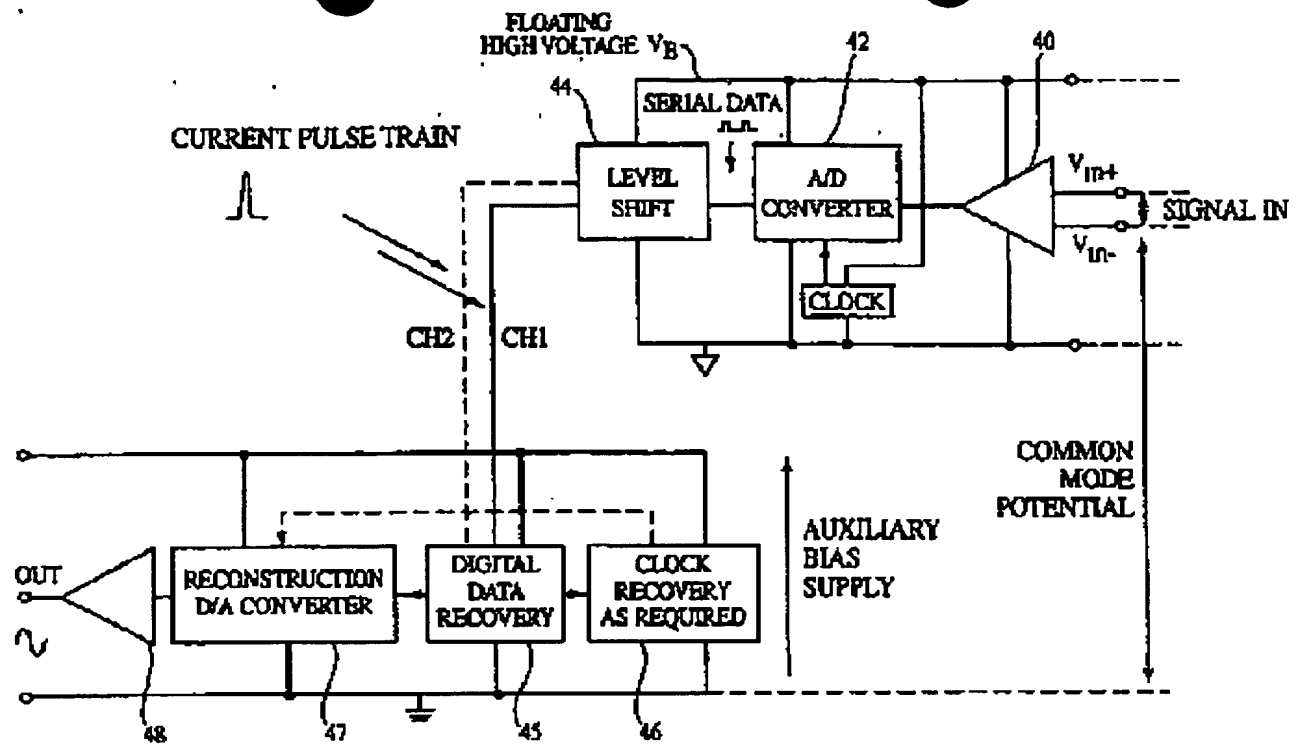


FIG. 9



This Page Blank (uspto)

AN: PAT 1999-564149
TI: Linear current sensing circuit for motor controller
PN: GB2336961-A
PD: 03.11.1999
AB: NOVELTY - The circuit converts an analog current sense signal, in a motor drive controller circuit, from a high side reference potential to a low side reference potential for measurement and processing. DETAILED DESCRIPTION - The circuit comprises a section for converting the input signal, at a first potential, into a pulse width modulated (PWM) signal. A further circuit section is provided for level shifting the pulse width modulated signal from the first potential to a second potential. ; USE - For motor control. ADVANTAGE - The circuit recovers a static or time variable signal of interest, that may be small compared with the common mode displacement between the signal reference point and the measurement reference point. The circuit transfers the information without electrical isolation between the potentials. The circuit will sense current flowing through a high side resistor in a motor controller. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a generalized block diagram of the circuit. Analog to digital converter for PWM 42 Level shifter 44 Reconstruction digital to analog converter 47
PA: (INRC) INT RECTIFIER CORP;
IN: CHEY C C; DUBHASHI A; PARRY J; TAKAHASHI T; TAM D C; TCHAMDSOU A; CHEY C; TAM D;
FA: GB2336961-A 03.11.1999; JP3408447-B2 19.05.2003; **DE19910755**-A1 28.10.1999; JP11289771-A 19.10.1999; US6215435-B1 10.04.2001; IT1313747-B 17.09.2002; GB2336961-B 16.04.2003;
CO: DE; GB; IT; JP; US;
IC: G01R-019/25; H02M-007/48; H02P-000/00; H02P-007/00; H02P-007/36; H03F-003/387; H03K-007/08; H03M-001/60;
MC: U24-G02D; U24-G02E;
DC: U24;
FN: 1999564149.gif
PR: US077904P 13.03.1998; US0266822 12.03.1999;
FP: 19.10.1999
UP: 29.05.2003

Page Blank (uspic)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)